

영남육괴 북동부 선캠브리아 기반암에 산출하는 각섬암에 대한 지구화학적 연구

김남훈*, 송용선, 박계현

부경대학교 환경지질학과(hoon@pknu.ac.kr)

1. 서론

영남육괴 북동부 일대는 평해층, 원남층, 호산리층과 같이 주로 변성퇴적암류가 폭넓게 분포하고 있다. 이들 기반암은 사질기원 및 이질기원의 변성퇴적암들이 대부분이며 각섬암과 석회규산염암들이 협재하고 있다. 이 연구는 영남육괴 북동부에 분포하는 각섬암들에 대한 암석학적, 지구화학적 연구를 통해 각섬암 형성의 조구조환경 및 연구지역의 지각진화 과정에 대해 알아보고자 한다.

이를 위하여 평해층, 원남층, 호산리층에 분포하는 각섬암들과 원남층에 인접한 옥방각섬암, 그리고 연구지역 북서부에 위치한 하부 울리통의 구성암체인 고선리층 내에 분포하는 각섬암에 주원소 및 미량원소 분석을 수행하였다. 주원소 분석은 부경대학교 공동실험실습관의 X-선 형광분석기를 이용하였으며, 희토류원소를 포함한 미량원소의 분석은 한국기초과학지원연구원의 유도결합플라즈마 질량분석기와 유도결합 플라즈마 원자방출분광기를 이용하였다.

2. 결과 및 토의

연구지역의 각섬암류는 대체로 Leake(1964)가 제안한 각섬암 기원물질 판별 그림(Fig. 1)에서 화성기원의 경향을 보여준다. Le Bas et al.(1986)이 제안한 화산암 분류도에 도시한 결과, 비알칼리(subalkaline) 계열의 현무암 내지 현무암질 안산암이며, Irvine and Baragar(1971)의 AFM 도표상 쉘레아이트질(tholeiite) 마그마로부터 유래되었다(Fig. 2 a&b). 주성분 및 미량성분의 변화양상으로 현무암질 마그마에서 휘석, 각섬석 등의 분별정출 있었으며, 고선리각섬암에서는 사장석의 분별정출도 확인된다. 콘드라이트(Sun & McDonough, 1989)로 표준화시킨 희토류원소의 패턴은 전반적으로 평해각섬암, 원남각섬암, 고선리각섬암의 일부가 그룹1에 해당되며, 평해각섬암, 원남각섬암, 호산리각섬암, 고선리각섬암 일부와 옥방각섬암 전체가 그룹2에 해당된다(Fig. 3). 주성분과 미량성분원소들의 변화양상으로 볼 때 희토류원소의 결과와 마찬가지로 2가지 기원물질에 의해 생성되었음을 알 수 있고, 그룹 2의 경우 전반적으로 유동성이 큰 원소들의 분산이 심하게 나타난다. 또한 주원소와 미량원소 변화양상으로 볼 때 서로 다른 기원물질에서 형성되었으며, 기원물질로부터 분화의 정도도 차이가 있음을 알 수 있다.

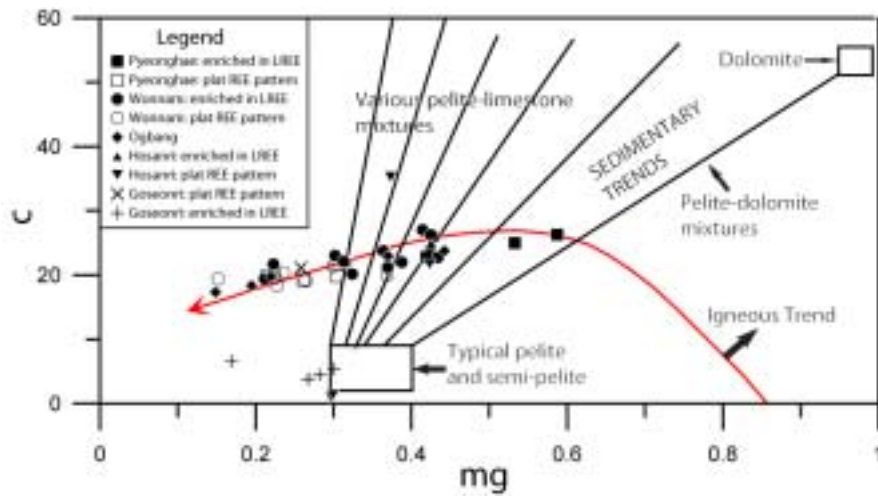


Fig. 1. Leake(1964) mg-c plot for the analysed amphibolite from the study area.

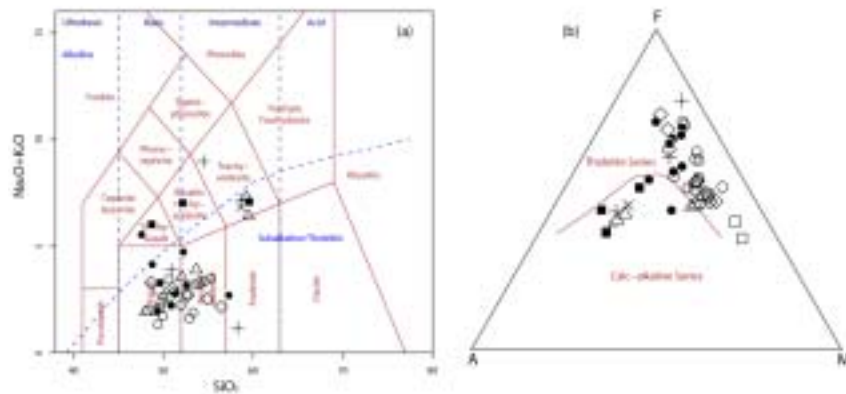


Fig. 2. (a) Volcanic rock classification diagram (Le Bas et al., 1986) and (b) AFM diagram (Irvine and Baragar, 1971) for the analysed samples. Symbols are the same as Fig. 1.

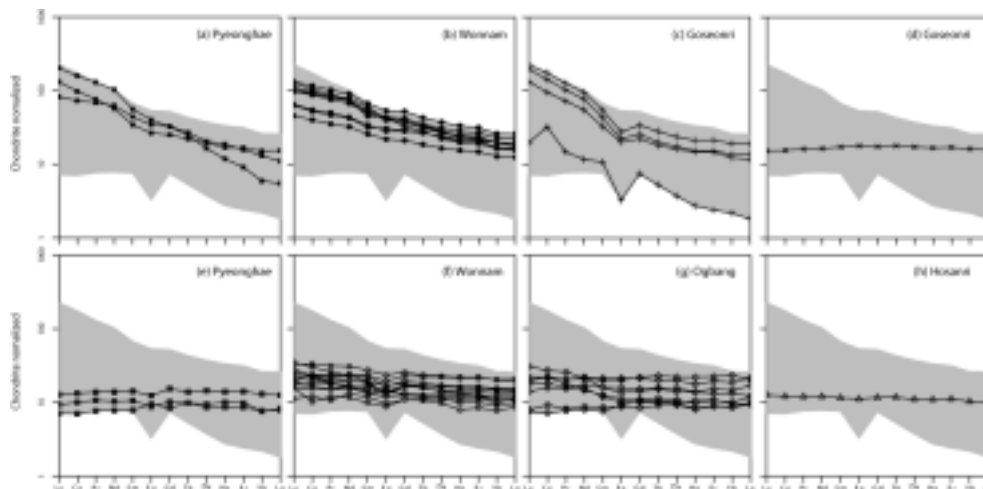


Fig. 3. Chondrite (Sun and McDonough, 1989) normalized REE patterns for the analysed samples.

화성암체의 생성을 알아보기 위해 사용되는 조구조판별도는 대상 암체의 화학적 특성에 주의하여 적용시켜야 한다. 이 연구에서는 지구조 환경에 따른 보다 전반적인 화학성분의 변화를 보기 위해, Pearce(1982)가 제안한 중앙해령현무암 (normal MORB; Mid-Ocean Ridge Basalt)의 화학성분에 표준화시킨 지구조 환경의 판별그림을 사용하였다(Fig. 4). 각 그룹별 암체들을 모두 도시해보았다(Fig. 4). Group 1은 비교적 유동성 원소인 Sr, K, Rb, Ba 등은 종 모양으로 다소 부화되어 나타나는 반면에 비유동성 원소들은 MORB 값보다 낮게 나타나며, Group 2는 도시한 원소들이 전반적으로 부화되며 중분산 형태를 나타낸다. Pearce(1982)에 따르면 Group 1은 화산호 현무암의 특징을 나타내며, Group 2는 중앙해령 현무암의 특징을 나타낸다. 다른 암체와 달리 Group 1의 원남각섬암의 경우 유동성원소의 분산이 심하게 나타난다. 유동성원소의 분산은 (1) 기원마그마에 지각물질의 유입이 있었을 경우와 (2) 변성작용 동안의 원소의 유동으로 생각할 수 있다. (2)의 경우 연구지역은 전반적으로 각섬암상 내지 상부각섬암상의 변성작용을 받은 것으로 알려져 있으며(김남훈 외; 2001, 김정민과 조문섭, 1997), 지역적으로 변성도에서 차이가 나타나지 않기 때문에 적절하지 못하다. 따라서 원남각섬암의 모마그마 상승경로에서 위치에 따라 지각물질이 유입이 있었다고 생각된다.

Fig. 5a는 Zr-Zr/Y를 사용한 도표(Pearce and Norry, 1979)로서 전술한 바와 같이 심한 Zr의 분산이 관찰된다. 미량원소 분석결과에서 일부 시료들의 Zr의 함량이 매우 낮게 분석되었는데, 이러한 원인은 전처리과정에서 Zr을 많이 포함하는 저콘이 제대로 용융되지 않아서 발생한 것이다. 이러한 점은 화학성분 분석을 이용한 판별도 작성시 유의해야 할 사항이다. 하지만 Fig. 5에 도시된 바와 같이 Group 1은 화산도호 환경을 나타내며, Group 2는 중앙해령현무암(Mid-Ocean Ridge Basalt) 환경에서 생성되었음을 나타낸다. 따라서 연구지역은 이러한 결과는 옥방각섬암에 대한 Chang et al.(1993)과 김정민과 조문섭(1997)의 연구결과와 부합된다.

3. 결론

결론적으로 영남육괴 북동부 일대는 평해층, 원남층, 호산리층, 그리고 울리층의 퇴적 이후에 화산호 환경에서 솔레아이트 기원의 현무암질 내지 안산암질 마그마가 관입 혹은 분출하였고, 그 이후에 기존의 변성퇴적암류들과 함께 변성작용을 받은 것으로 여겨진다. 특히 연구지역의 남쪽 부분에서는 기원물질이 다른 2종류의 마그마작용이 확인되며, 부분적으로 기존의 지각물질(퇴적암?)의 유입에 의한 모마그마의 혼염도 있었을 것으로 추측된다.

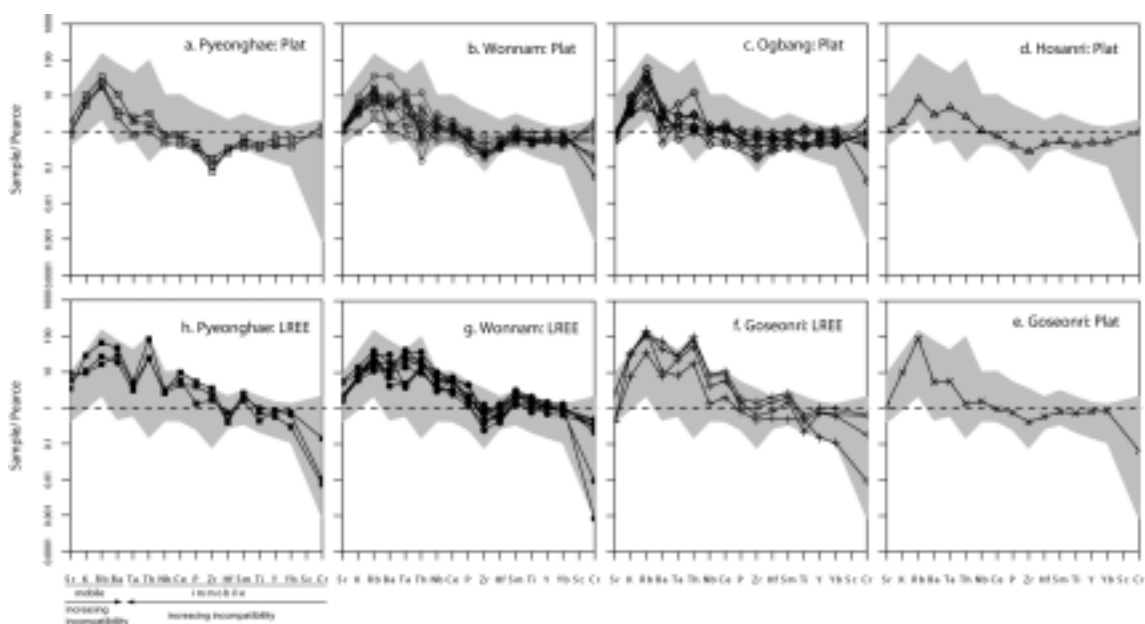


Fig. 4. Mid-ocean ridge basalt-normalized trace element patterns for the analysed samples(Pearce, 1982). Symbols are the same as Fig. 1.

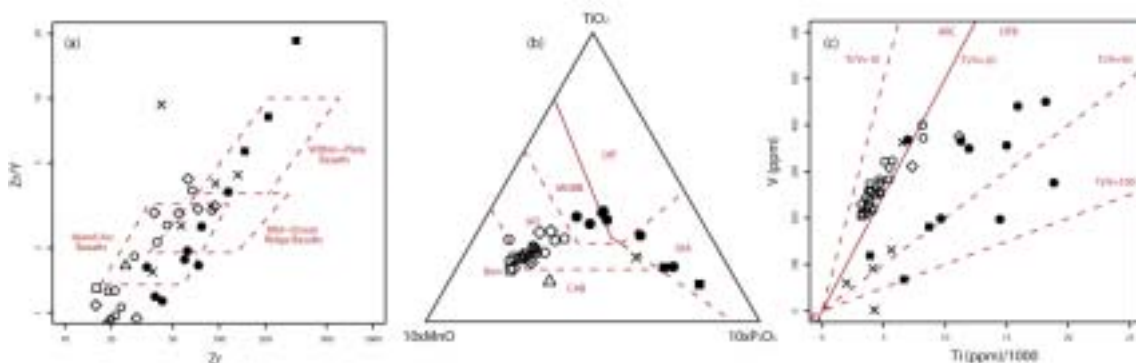


Fig. 5. Tectonic discrimination diagrams for the basaltic rocks. (a) Zr-Zr/Y diagram. (b) TiO_2 - $10MnO$ - $10P_2O_5$ diagram. (c) $Ti/1000$ - V diagram.

참고문헌

김남훈, 송용선, 박계현, 2001, 평해-울진 지역 선캠브리아기 평해층과 원남층의 관계: 암석학, 지구화학, 변성작용 비교연구. 한국암석학회 · 한국광물학회 공동학술발표회 논문집, 124-127.

김정민, 조문섭, 1997, 영남 육괴 북동부 현동 지역에 산출하는 석류석-커밍토나이트암의 성인, 지질학회지, 33, 36-48.

Chang, H.-W., Lee, D.-H., and Park, K.-H., 1993, Magmatism and Metamorphism of the Proterozoic in the NOrtheastern Part of Korea: Petrogenetic and Geochemical Characteristics of the Okbnag Amphibolites. Jour. Korean Inst. Mining Geol., 26, 489-498.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the 새심 alkali-silica diagram. Jour. Petrol.,

27, 745-750.

Leake, B.E., 1964., The chemical composition between ortho- and para-amphibolites. *J. Petrol.*, 5, 238-254.

Pearce, J.A., 1982, Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. in *Andesite: orogenic andesites and related rocks* (ed. R.S. Thorpe), John Wiley & Sons Ltd., 525-548.

Pearce, J.A. and Norry, 1979, Petrogenetic implication of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. *Contrib. Min. Petrol.*, 69, 33-47.

Sun, S.S. and McDonough, W.F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: implications for mantle composition and processes. in *Magmatism in the ocean basins*. Geological Society, Special Publication, 42, 313-345.